Ergänzung zum Buch

"Java ist eine Sprache"

von Ulrich Grude,
Vieweg-Verlag 2005

Diese Übungen kann man z. B. in kleinen Gruppen unter Anleitung eines Betreuers oder auch allein (im Selbststudium) bearbeiten.

Hinweise auf Fehler, Verbesserungsvorschläge oder Berichte über Erfahrungen mit diesen Übungen sind jederzeit willkommen,
am liebsten per e-mail an die Adresse grude@beuth-hochschule.de.

Inhaltsverzeichnis

1. Übung Zahlensysteme:

1. Füllen Sie die folgende Tabelle aus:

als 10-er-Zahl	als 2-er-Zahl	als 5-er-Zahl	als 9-er-Zahl	als 12-er-Zahl
10_{10}				
25_{10}				
37_{10}				

2. Tragen Sie in die folgende Tabelle die Stellenwerte der Ziffern mit Positionen zwischen +2 und -2 für die Zahlensysteme mit den Basen 2, 3, 9 und 12 ein. Die Stellenwerte für die Ziffern auf den *negativen Positionen* ("rechts vom Punkt") dürfen Sie als *Stammbrüche* (z.B. 1/2, 1/27, 1/144 etc.) notieren (statt als Dezimalbrüche wie 0.5 oder 0.0370 etc.).

Position → System ↓	+2	+1	0	-1	-2
2-er-System					
3-er-System					
9-er-System					
12-er-System					

3. Wenn man beim Dividieren oder Modulieren ("die mod-Operation anwenden") von Ganzzahlen ein Ganzzahl-Ergebnis herausbekommen will, hat man meistens eine Wahl zwischen zwei Ergebnissen. Tragen Sie beide Lösungen in die folgende Tabelle ein:

dend	dor	dend div dor		dend mod dor	
		1. Lösung	2. Lösung	1. Lösung	2. Lösung
+7	+3				
+7	-3				
-7	+3				
-7	-3				

4. Sei n eine nicht-negative Ganzzahl. Stellen Sie sich n als 10-er-Zahl dargestellt vor.

Mit welcher Rechenoperation (ähnlich wie n + 17 oder 3 * n oder so) kann man die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	

5. Stellen Sie sich n als B-er-Zahl dargestellt vor (wobei B irgendeine Basiszahl wie z.B. 2 oder 10 oder 16 etc. ist).

Mit welcher Rechenoperation kann man in diesem Fall die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	

2. Übung Gleitpunktzahlen

Starten Sie mit einem Browser auf der Netzseite `public.beuth-hochschule.de/~grude/` das `GleitBitsFloatApplet`. Machen Sie sich mit der Struktur der GRABO (d.h. mit der grafischen Benutzer-Oberfläche) vertraut:

Oben: Die 32 Bits eines Float-Wertes (1 Bit *Vorzeichen*, 8 Bits *Charakteristik*, 23 Bits *Mantisse*), weisses/schwarzes Quadrat: *Bitwert 0/1*, verändern durch Anklicken.

Mitte: 6 Datenfelder: Vorzeichen bis Die Gleitpunktzahl im Ganzen und
2x6 Knöpfe: Alle Bits an bis Durch 0.1.

Unten: Ein Datenfeld Alle Ziffern der Gleitpunktzahl.

Graue Datenfelder: Nur für Anzeige.
Weiße Datenfelder: Für Anzeige und Eingabe.

Hier werden folgende Abkürzungen verwendet:

Gleitpunktzahl	für	Die Gleitpunktzahl im Ganzen	(Datenfeld für Eingaben)
Alle Ziffern	für	Alle Ziffern der Gleitpunktzahl	(Datenfeld, nur Anzeige)
Nächste	für	Nächste float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)
Vorige	für	Vorige float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)

Hinweis: In einem Java-Programm sind `0.1`, `12.345`, `3e5` etc. Literale des Typs `double`. Literale des Typs `float` müssen so notiert werden: `0.1F`, `12.345F`, `3e5F` etc. (oder mit `f` statt `F`).

1. Der wahre Wert des float-Literals 0.1F

Eingabe in Gleitpunktzahl: `0.1` (mit Return abschließen!)

In Gleitpunktzahl steht die übliche Darstellung, in Alle Ziffern der wahre Wert.

Frage 1.1: Aus wie vielen Ziffern besteht die Darstellung des wahren Wertes?
Frage 1.2: Ist der wahre Wert kleiner oder größer als ein Zehntel?

2. Wie weit liegen float-Werte auseinander?

Eingabe in Gleitpunktzahl: `4e6` (mit Return abschließen!)
Alle Ziffern lesen, nacheinander Nächste und Vorige anklicken, evtl. mehrmals.

Frage 2.1: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `4e6F` vom nächsten Wert?

Stellen Sie das an Hand der genauen Anzeige in Alle Ziffern fest, nicht an Hand der üblichen, aber ungenauen Anzeige in Gleitpunktzahl.

Ebenso mit Eingabe von `16e6` und `16e9` in Gleitpunktzahl.

Frage 2.2: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e6F` vom nächsten Wert?
Frage 2.3: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e9F` vom nächsten Wert?
Frage 2.4: Welchen `float`-Wert bezeichnet das Literal `16000000500.0F`?
Frage 2.5: Welchen `float`-Wert bezeichnet das Literal `16000000600.0F`?

3. Kann man float-Berechnungen "rückgängig machen"?

Eingabe in Gleitpunktzahl	Hin-Aktion	Zurück-Aktion	Anzeige in Gleitpunktzahl?
0.1	Knopf Mal 2.0 (5 Mal)	Knopf Durch 2.0 (5 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (5 Mal)	Knopf Durch 0.1 (5 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (1 Mal)	Knopf Durch 0.1 (1 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (11 Mal)	Knopf Durch 0.1 (11 Mal)	

4. Mit wie vielen Ziffern werden float-Werte üblicherweise (z.B. von pln) dargestellt?

Eingabe in Gleitpunktzahl: 1e36 (mit Return abschließen). Welcher Wert wird in Gleitpunktzahl angezeigt? Welcher wahre Wert ist damit gemeint (siehe Alle Ziffern)? Tragen Sie diese beiden Anzeigen in die Zeile 0 der folgenden Tabelle ein (von der Anzeige in Alle Ziffern genügen die ersten 12 Ziffern).

Zeilen-Nr.	Anzeige aus Gleitpunktzahl	Anzeige aus Alle Ziffern (die ersten 12 Ziffern)
-2		
-1		
0		
+1		
+2		

Ermitteln Sie (mit Hilfe der Knöpfe Vorige und Nächste) die zwei Vorgänger und die zwei Nachfolger des eingetragenen Wertes und tragen Sie diese ebenfalls in die Tabelle ein (die Vorgänger in die Zeilen -1 und -2, die Nachfolger in die Zeilen +1 und +2).

Vergleichen Sie die genaue Darstellung in Alle Ziffern mit der ungenauen, gerundeten Darstellung in Gleitpunktzahl. Beschreiben Sie die Regel, nach der die ungenaue Darstellung mal aus mehr und mal aus weniger Ziffern besteht.

5. Welche und wie viele Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar?

Eingabe in Gleitpunktzahl: nan (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?
Eingabe in Gleitpunktzahl: nann (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?

Das waren 2 *extreme NaN-Werte*. Welche Bits kann man beliebig an- bzw. ausmachen ohne den Bereich der NaN-Werte zu verlassen? Was passiert, wenn ein NaN-Wert angezeigt wird und man dann das Vorzeichenbit verändert?

Frage 5.1: Welche Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar?

Die folgende Antwort ist falsch, aber Ihre richtige Antwort sollte eine ähnliche Form haben:

Falsche Antwort 5.1: Die Mantissen-Bits müssen alle an sein, von den Bits der Charakteristik müssen mindestens drei aus sein, das Vorzeichenbit kann an oder aus sein.

Frage 5.2: Wie viele Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar? Geben Sie die genaue Formel und einen ungefähren Wert an (z.B. 2^{10} - 5, etwa 1 Tausend).

6. Normalisierte und nicht-normalisierte float-Zahlen

Um die Beschreibung etwas zu vereinfachen, beschränken wir uns hier erstmal auf *positive* `float`-Zahlen (das Vorzeichenbit VZ ist aus, d.h. weiss). Für negative `float`-Zahlen gilt dann alles "ganz entsprechend".

Normalisierte Zahlen erkennt man daran, dass mindestens ein Bit der Charakteristik an ist. Bei solchen Zahlen gelten alle Bits der Mantisse als *Nachpunktstellen* (im 2-er-System), vor denen man sich eine `1.` denken sollte. Prüfen Sie das anhand der Zahlen `1.0` , `1.5`, `1.25`, `1.75` nach.

Besonders kleine (nahe bei `0.0` gelegene) `float`-Werte werden als nicht-normalisierte Zahlen dargestellt. Alle Bits der Charakteristik sind aus und den Punkt sollte man sich zwischen dem ersten und zweiten Bit der Mantisse (d.h. zwischen Bit 22 und 21) denken.

Im GleitBitsFloatApplet steht im Datenfeld Zahl ist normalisiert `true` bzw. `false`, je nachdem ob die aktuelle Zahl normalisiert ist oder nicht.

Die *kleinste normalisierte Zahl* wird angezeigt, wenn man in Gleitpunktzahl den Namen `minn` eingibt. Drückt man dann auf Vorige, sieht man die *größte nicht-normalisierte Zahl*. Gibt man den Namen `min` ein, so wird *die kleinste float-Zahl* angezeigt (und die ist *nicht-normalisiert*).

Frage 6.1: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *kleinsten normalisierten Zahl*?
Frage 6.2: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *größten nicht-normalisierten Zahl*?
Frage 6.3: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *kleinsten* (nicht-normalisierten) *Zahl*?
Frage 6.4: Welche `float`-Zahl liegt unmittelbar vor der kleinsten Zahl?

7. float-Werte mit Namen

In das Datenfeld Gleitpunktzahl darf man nicht nur Gleitpunkt-Literale wie z.B. `1.0` oder `-12.3456` oder `+123.4e-7` etc. eingeben, sondern auch bestimmte *Namen* für bestimmte `float`-Werte. Einige dieser Namen wurden bereits in den vorangehenden Teilen dieser Übung erwähnt.

Frage 7.1: Geben Sie die vollständige Liste aller Namen an, die man in das Datenfeld Gleitpunktzahl eingeben darf. Zur Beantwortung dieser Frage dürfen Sie sich die *Bedienungsanleitung* des `GleitBitsFloatApplets` ansehen (was sonst natürlich streng verboten ist :-).

Frage 7.2: Aus wie vielen Ziffern besteht der Dezimalbruch, der der kleinsten `float`-Zahl (`min`) exakt entspricht?

3. Übung if:

Die verschiedenen Varianten der if-Anweisung werden im Buch im Abschnitt 4.2.2 behandelt.
In der vorliegenden Übung sollen alle Berechnungen mit *Ganzzahlen* (vom Typ `int`) durchgeführt werden (und nicht mit *Bruchzahlen*). Mit der Datei `UebIf.java`. können Sie Ihre Lösungen testen.

Angenommen, Sie haben die folgenden Vereinbarungen schon geschrieben:

```
1 int n1  = EM.liesInt();
2 int n2  = EM.liesInt();
3 int n3  = EM.liesInt();
4 int n4  = EM.liesInt();
5 int n5  = EM.liesInt();
6 int max = 17;
```

Befehlen Sie jetzt dem Ausführer mit `if`-Anweisungen, die folgenden Arbeiten zu erledigen:

1. Falls die Variable `n1` einen negativen Wert enthält, soll ihr der Wert 0 zugewiesen werden.

2. Falls die Variable `n1` einen positiven Wert enthält, soll ihr Wert um 13 Prozent erhöht werden (mit Ganzzahlrechnung, ohne Bruchzahlen!).

3. Falls die Variable `n1` einen geraden Wert enthält, soll ihr Wert halbiert werden. Sonst soll ihr Wert verdoppelt werden. Um festzustellen, ob `n1` gerade ist oder nicht, sollten Sie die Restoperation (Modulo-Operation) `%` verwenden.

4. Lösen Sie 3. noch einmal, aber diesmal ohne Restoperation `%` (nur mit den Operationen `+`, `-`, `*`, `/`). Was versteht man eigentlich unter dem *Rest* einer Ganzzahldivision?

5. Falls die Variable `n1` den Wert 0 enthält, soll sie unverändert bleiben.
Sonst soll ihr Wert *in Richtung 0* um 1 verändert werden
(z.B. soll der Wert `-5` durch `-4` ersetzt werden oder `+7` durch `+6`).

6. Falls die Variable `n1` den Wert 0 enthält, soll sie unverändert bleiben.
Sonst soll ihr Wert um 1 vermindert werden
(z.B. soll der Wert `-5` durch `-6` ersetzt werden oder `+7` durch `+6`).

7. Die grössere der zwei Zahlen `n1` und `n2` soll der Variablen `max` zugewiesen werden.

8. Die grösste der drei Zahlen `n1` bis `n3` soll der Variablen `max` zugewiesen werden. Versuchen Sie, eine *einfache* Lösung für diese Aufgabe zu finden, ehe Sie die folgende Aufgabe in Angriff nehmen.

9. Die grösste der fünf Zahlen `n1` bis `n5` soll der Variablen `max` zugewiesen werden.

10. Angenommen, die Variable `n1` enthält einen Rechnungsbetrag.
Falls dieser Betrag größer als 100 (aber nicht größer als 500) ist, soll er um `3` Prozent (Rabatt) vermindert werden.
Falls der Betrag größer als 500 (aber nicht größer als 1000) ist, soll er um `5` Prozent vermindert werden.
Falls der Betrag größer als 1000 ist, soll er um `6` Prozent vermindert werden.
Gestalten Sie Ihre Lösung möglichst so, dass der Kollege2 sie leicht um zusätzliche Rabattstufen erweitern kann (z.B. `8` Prozent für Beträge über 10.000,- DM etc.). Dieses Problem kann man mit einer einzigen (relativ komplizierten) `if`-Anweisung oder mit mehreren (relativ einfachen) `if`-Anweisungen lösen. Beide haben Vor- und Nachteile. Welche der beiden Lösungen finden Sie besser? Warum?

11. Führen Sie das Programm `If01` (siehe unten) mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer den Wert `-10` eingibt (siehe Zeile 8 des Programms). Erzeugen Sie insbesondere alle Variablen auf ihrem Papier. Was steht nach Ausführung des Programms auf dem Bildschirm?

Das Programm If01:

```
 1 // Datei If01.java
 2 /* ------------------------------------------------------------------------
 3 Verschiedene Varianten der if-Anweisung (if, if-else, if-else-if ...).
 4 ------------------------------------------------------------------------ */
 5 class If01 {
 6    static public void main(String[] s) {
 7       p("A If01: Eine Ganzzahl n? ");
 8       int n = EM.liesInt();
 9
10       // if-Anweisunge mit und ohne geschweifte Klammern:
11       if (n > 0)  pln("B n ist positiv!");
12       if (n < 0) {pln("C n ist negativ!");}
13
14       // if-Anweisung mit mehreren Anweisungen darin:
15       if ((-9 <= n) && (n <= +9)) {
16          n = 2 * n;
17          pln("D n war einstellig und wurde");
18          pln("E verdoppelt zu "  + n);
19       }
20
21       // if-else-Anweisung:
22       if (n % 2 == 0) {
23          pln("F n ist eine gerade Zahl!");
24       } else {
25          pln("G n ist eine ungerade Zahl!");
26       }
27
28       // if-else-if-else-Anweisung:
29       if        (n % 3 == 0) {
30          pln("H n ist durch 3 teilbar!");
31       } else if (n % 4 == 0) {
32          pln("I n ist durch 4 teilbar!");
33       } else if (n % 5 == 0) {
34          pln("J n ist durch 5 teilbar!");
35       } else {
36          pln("K n ist nicht durch 3, 4 oder 5 teilbar!");
37       }
38
39       // Manchmal geht es besser ohne if-Anweisungen:
40       boolean nIstEinstellig  = ( -9 <= n) && (n <=  +9);
41       boolean nIstZweistellig = (-99 <= n) && (n <= +99) && !nIstEinstellig;
42       pln("L Ist n einstellig?  " + nIstEinstellig);
43       pln("M Ist n zweistellig? " + nIstZweistellig);
44
45       pln("N If01: Das war's erstmal!");
46    } // main
47 } // class If01
```

4. Übung Ausführen 1:

Wie man Programme mit Papier und Bleistift ausführen kann, wird im Kapitel 3 des Buches erläutert.

1. Führen Sie das Programm `If01` (siehe vorige Übung) mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer den Wert *6* eingibt (siehe Zeile 8 des Programms). Erzeugen Sie insbesondere alle Variablen auf ihrem Papier. Was steht nach Ausführung des Programms auf dem Bildschirm?

2. Wie die vorige Übung, aber mit Eingabe -9.

3. Wie die vorige Übung, aber mit Eingabe 10.

4. Sie (in der Rolle des *Benutzers*) möchten, dass das Programm `If01` unter anderem die Meldung
`Ist n einstellig? true`
ausgibt (siehe Zeile 40 und 42 des Programms). Welche Zahlen dürfen Sie dann (für den Lesebefehl in Zeile 8) eingeben? Berücksichtigen Sie dabei auch den Befehl in Zeile 16!

5. Beantworten Sie die folgenden Fragen mit je einem kurzen bzw. mittellangen Satz:

5.1. Was ist eine *Variable*?
5.2. Was ist ein *Typ*?
5.3. Was ist ein *Modul*?

6. Geben Sie von jedem der folgenden Befehle an, zu welcher Art von Befehlen er gehört (*Anweisung*, *Ausdruck* oder *Vereinbarung*, siehe dazu den Abschnitt 1.5 im Buch) und übersetzen Sie den Befehl ins Deutsche (oder ins Englische, wenn Sie wollen):

```
1  int mirko = 3;
2  String sascha = " Pickelheringe";
3  mirko + sascha
4  mirko + 14
5  sascha = mirko + sascha;
6  mirko  = mirko + sascha.length();
7  if (mirko > 16) mirko = mirko - 1;
```

7. Führen Sie die folgende Befehlsfolge (mit Papier und Bleistift) aus. Welche Werte werden der Variablen `n` "im Laufe der Zeit" nacheinander zugewiesen? Welche Zahl wird zum Schluss als Ergebnis ausgegeben?

```
 8  int zaehler = 0;
 9  int n       = 13;
10  while (n != 1) {
11     if (n % 2 == 0) {
12        n = n / 2;
13     } else {
14        n = 3 * n + 1;
15     }
16     zaehler = zaehler + 1;
17  }
18  pl("Ergebnis: " + zaehler);
```

5. Übung Schleifen (ausführen) 1:

Einfache Schleifen werden in in den Abschnitten 4.2.4 bis 4.2.7 des Buches behandelt, wie man Programme mit Papier und Bleistift ausführt im Kapitel 3.

Führen Sie die folgenden Befehlsfolgen mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und geben Sie genau an, welche Zeichen und Zeilen zur *Standardausgabe* (d.h. zum Bildschirm) ausgegeben werden. Beachten Sie dabei den Unterschied zwischen den Ausgabebefehlen `p` (der Bildschirmzeiger bleibt unmittelbar hinter den ausgegeben Zeichen stehen) und `pln` (der Bildschirmzeiger rückt zum Anfang der nächsten Zeile vor). Mit `final int ...` wird eine *unveränderbare Variable* („Konstante“) vom Typ `int` vereinbart. Hat der Ausführer eine Schleife wie `for (int i=1; ...) {...}` fertig ausgeführt, so *zerstört* er die Schleifen-Variable `i` .

1. Die anna-Schleife:

```
 1  int anna = 7;
 2  while (anna > 0) {
 3    p(anna + " ");
 4    anna /= 2;
 5  }
 6  pln();
```

2. Die berta-Schleife:

```
 7  int berta = 7;
 8  do {
 9     berta /= 2;
10     p(" -> " + berta);
11  } while (berta > 0);
12  pln();
```

3. Die celia-Schleife:

```
13  for (int celia = -3; celia < 5; celia += 2) {
14     p(2 * celia + 4 + " ");
15  }
16  pln();
```

4. Die dora-Schleife:

```
17  for (int dora = 3; 2*dora > -3; dora--) {
18     p(dora + " ");
19  }
20  pln();
```

5. Die MAX1-Schleife:

```
21  final int MAX1 = 3;
22  for (int i1 = 1; i1 <= MAX1; i1++) {
23     for (int i2 = 1; i2 <= 2*MAX1; i2++) {
24        p("*");
25     }
26     pln();
27  }
```

6. Die MAX2-Schleife:

```
28  final int MAX2 = 5;
29  for (int i1 = 1; i1 <= MAX2; i1++) {
30     for (int i2 = 1; i2 <= i1; i2++) {
31        p("++");
32     }
33     pln();
34  }
```

6. Übung Schleifen (programmieren) 2:

Einfache Schleifen werden in in den Abschnitten 4.2.4 bis 4.2.7 des Buches behandelt.
Einige der folgenden Übungsaufgaben *hängen zusammen*, d.h. die Lösung der *einen* kann zu einer Lösung der *anderen* „ausgebaut" werden. Bei Zahlenfolgen (z.B. -5 -2 1 4 7 etc.) ist häufig die *Differenzenfolge* (3, 3, 3, 3 etc.) hilfreich. Achtung: Alle Ausgaben sollen mit der Methode `p` erfolgen!

Mit der Datei `UebSchleifen2.java`. können Sie Ihre Lösungen testen.

1. Programmieren Sie eine Schleife, die die Ganzzahlen von 1 bis 10 (alle auf einer Zeile, mit je einem Blank nach jeder Zahl) zum Bildschirm ausgibt (mit der Methode `p`), etwa so:

```
> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

2. Programmieren Sie eine Schleife, die alle durch 3 teilbaren Ganzzahlen zwischen 10 und 40 ausgibt (mit der Methode `p`), etwa so:

```
> 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39
```

Ist Ihre Lösung *effizient* oder haben Sie dem Ausführer viele *unnötige Befehle* gegeben?

Programmieren Sie vier Schleifen, die die folgenden Zahlenfolgen zur Standardausgabe ausgeben:

```
3.    > -5 -2 1 4 7 10 13 16 19
4.    > 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096 (siehe Anmerkung nach 6.)
5.    > 3 4 6 10 18 34 66 130 258 514 1026 2050 4098
6.    > 1 2 4 7 11 16 22 29 37 46 56 67 79 92
```

Anmerkung zu 4.: In Java gibt es keinen Potenz-Operator und keine Potenz-Funktion für Ganzzahlen.

Für die folgenden Aufgaben nehmen Sie bitte an, dass eine Ganzzahl-Variable namens `norbert` vereinbart und mit einer Zahl *größer oder gleich 2* initialisiert wurde, etwa so:

```
int norbert = Math.max(2, EM.liesInt());
```

7. Befehlen Sie dem Ausführer, den *größten* Teiler von `norbert` (der kleiner als `norbert` ist) auszugeben. Falls `norbert` eine Primzahl ist, soll 1 ausgegeben werden.

8. Befehlen Sie dem Ausführer, den *kleinsten* Teiler von `norbert` (der größer als 1 ist) auszugeben. Falls `norbert` eine Primzahl ist, soll `norbert` selbst ausgegeben werden.

9. Befehlen Sie dem Ausführer, die Meldung `true` bzw. `false` auszugeben (mit der Methode `p`), je nachdem, ob die Variable `norbert` eine Primzahl enthält oder nicht.

Für die folgenden Aufgaben nehmen Sie bitte an, dass eine Stringvariable namens `sara` vereinbart wurde, etwa so:

```
String sara = EM.liesString();
```

Die wichtigsten `String`-Befehle (z.B. `sara.length()`, `sara.charAt(i)` etc.) werden im Abschnitt 10.1 Die Klasse String des Buches erläutert.

10. Befehlen Sie dem Ausführer zu zählen, wie oft das Zeichen `'x'` in `sara` vorkommt. Wenn er damit fertig ist, soll er die Anzahl der `'x'` ausgeben (natürlich mit der Methode `p`).

11. Befehlen Sie dem Ausführer die *Dezimalziffern* (`'0'`, `'1'`, ... `'9'`) in `sara` zu zählen und ihre Anzahl auszugeben. Zur Erinnerung: `char` ist ein Ganzzahltyp (ähnlich wie `int` und `long` etc.).

12. Befehlen Sie dem Ausführer die *Buchstaben* in `sara` zu zählen und diese Anzahl auszugeben. Als Buchstaben sollen alle Zeichen von `'a'` bis `'z'` und von `'A'` bis `'Z'` gelten.

13. Befehlen Sie dem Ausführer, die Anzahl der *führenden Nullen* in `sara` zu zählen und ihre Anzahl auszugeben (wie immer mit der Methode `p`).

14. Befehlen Sie dem Ausführer zu zählen, wie oft in `sara` ein Zeichen `'A'` unmittelbar vor einem Zeichen `'B'` steht. Auch diese Anzahl soll der Ausführer ausgeben (Nein, nicht mit `pln`!).

7. Übung Schleifen (programmieren) 3:

Die folgenden Übungsaufgaben sollen mit geschachtelten `for`-Schleifen und den Anweisungen `break` und `continue` (auch mit Marken, siehe dazu im Buch "Java ist eine Sprache" im Abschnitt 4.2.8 Beispiel-03 bis Beispiel-05). gelöst werden. Wo möglich sollen for-each-Schleifen (statt for-i-Schleifen) verwendet werden. Wenn es nicht möglich ist, for-each-Schleifen zu verwenden, sollen Sie kurz begründen, warum.

Nicht verwendet werden sollen zur Lösung dieser Übungsaufgaben *Sammlungen* (z.B. solche des Typs `ArrayList`) und Methoden aus den Klassen `Arrays` und `Array`. Die Methoden sollen ihre Reihungsparameter grundsätzlich *nicht verändern* (nur lesen) und auch *keine Kopien* davon erzeugen (zu aufwendig).

Mit den JUnit-Tesprogrammen `AnzahlVerschiedeneJut`, `DurchschnittJut`, `EnthaeltJut`, `EnthaeltGleiche.Jut`, `VereinigungJut` können Sie Ihre Lösungen dieser Übungaufgaben testen.

Schreiben Sie Methoden, die den folgenden Spezifikationen entsprechen:

```
 1    static public boolean enthaeltGleiche(int[] ir) {
 2       // Liefert true genau dann wenn mindestens zwei Komponenten
 3       // von ir gleich sind. Beispiele:
 4       // int[] ir01 = {1, 2, 1, 3};
 5       // int[] ir02 = {1, 2, 2, 1, 3, 3, 3};
 6       // int[] ir03 = {1, 2, 3, 4};
 7       // int[] ir04 = {5};
 8       // int[] ir05 = {};
 9       //
10       // enthaeltGleiche(ir01) ist gleich true
11       // enthaeltGleiche(ir02) ist gleich true
12       // enthaeltGleiche(ir03) ist gleich false
13       // enthaeltGleiche(ir04) ist gleich false
14       // enthaeltGleiche(ir05) ist gleich false
15       ...
16    } // enthaeltGleiche
17    // ---------------------------------------------------------------------
18    static public int anzahlVerschiedene(int[] ir) {
19       // Liefert die Anzahl der verschiedenen Komponenten von ir. Beispiele:
20       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
21       // int[] ir02 = {10, 20, 20, 10, 50};
22       // int[] ir03 = {10, 10, 10};
23       // int[] ir04 = {10};
24       // int[] ir05 = {};
25       //
26       // anzahlVerschiedene(ir01) ist gleich 5
27       // anzahlVerschiedene(ir02) ist gleich 3
28       // anzahlVerschiedene(ir03) ist gleich 1
29       // anzahlVerschiedene(ir04) ist gleich 1
30       // anzahlVerschiedene(ir05) ist gleich 0
31       ...
32    } // anzahlVerschiedene
33    // ---------------------------------------------------------------------
34    static public boolean enthaelt(int[] irA, int[] irB) {
35       // Liefert true genau dann wenn irB in irA enthalten ist
36       // (d.h. wenn jeder int-Wert, der (mind. einmal) in irB vorkommt
37       // auch (mind. einmal) in irA vorkommt). Beispiele:
38       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
39       // int[] ir02 = {50, 10, 50, 10, 50};
40       // int[] ir03 = {30, 20, 10};
41       // int[] ir04 = {10, 60, 10};
42       // int[] ir05 = {40};
43       // int[] ir06 = {60};
44       // int[] ir07 = {};
45       //
46       // enthaelt(ir01, ir02) ist gleich true
47       // enthaelt(ir01, ir03) ist gleich true
48       // enthaelt(ir01, ir04) ist gleich false
```

```
49       // enthaelt(ir01, ir05) ist gleich true
50       // enthaelt(ir01, ir06) ist gleich false
51       // enthaelt(ir01, ir07) ist gleich true
52       // enthaelt(ir02, ir01) ist gleich false
53       // enthaelt(ir06, ir07) ist gleich true
54       // enthaelt(ir07, ir07) ist gleich true
55       ...
56    } // enthaelt
57    // ---------------------------------------------------------------------
58    static public int[] durchschnitt(int[] irA, int[] irB) {
59       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
60       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert den Durchschnitt
61       // von irA und irB. Beispiele:
62       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
63       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
64       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
65       // int[] ir04 = {10};
66       // int[] ir05 = {};
67       //
68       // int[] er02 = {20, 30, 40};
69       // int[] er03 = {30};
70       // int[] er04 = {10};
71       // int[] er05 = {};
72       //
73       // durchschnitt(ir01, ir02) ist gleich er02
74       // durchschnitt(ir01, ir03) ist gleich er03
75       // durchschnitt(ir01, ir04) ist gleich er04
76       // durchschnitt(ir01, ir05) ist gleich er05
77       ...
78    } // durchschnitt
79    // ---------------------------------------------------------------------
80    static public int[] vereinigung(int[] irA, int[] irB) {
81       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
82       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die Vereinigung
83       // von irA und irB. Beispiele:
84       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
85       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
86       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
87       // int[] ir04 = {10};
88       // int[] ir05 = {50};
89       //
90       // int[] er02 = {10, 20, 30, 40, 50};
91       // int[] er03 = {10, 20, 30, 40, 60, 70};
92       // int[] er04 = {10, 20, 30, 40};
93       // int[] er05 = {10, 20, 30, 40, 50};
94       //
95       // vereinigung(ir01, ir02) ist gleich er02
96       // vereinigung(ir01, ir03) ist gleich er03
97       // vereinigung(ir01, ir04) ist gleich er04
98       // vereinigung(ir01, ir05) ist gleich er05
99       ...
100      return irE;
101   } // vereinigung
102   // ---------------------------------------------------------------------
103   static public int[] differenz(int[] irA, int[] irB) {
104      // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
105      // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die (Mengen-)
106      // Differenz irA minus irB (die enthaelt alle Elemente von irA,
107      // die nicht in irB enthalten sind). Beispiele:
108      // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
109      // int[] ir02 = {10, 20, 50};
110      // int[] ir03 = {20, 50};
111      // int[] ir04 = {20};
112      // int[] ir05 = {};
113      // int[] ir06 = {10, 20, 30, 40};
114      //
115      // int[] er02 = {30, 40};
116      // int[] er03 = {10, 30, 40};
117      // int[] er04 = {10, 30, 40};
118      // int[] er05 = {10, 20, 30, 40};
```

```
119       // int[] er06 = {};
120       //
121       // differenz(ir01, ir02) ist gleich er02
122       // differenz(ir01, ir03) ist gleich er03
123       // differenz(ir01, ir04) ist gleich er04
124       // differenz(ir01, ir05) ist gleich er05
125       // differenz(ir05, ir06) ist gleich er06
126       ...
127    } // differenz
128    // ---------------------------------------------------------------------
129    static public int[] symmetrischeDifferenz(int[] irA, int[] irB) {
130       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
131       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die symmetrische
132       // Differenz von irA und irB (die enthaelt alle Elemente, die nur
133       // in einer der beiden Mengen enthalten ist, aber nicht in beiden).
134       // Beispiele:
135       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
136       // int[] ir02 = {10, 20, 50};
137       // int[] ir03 = {20, 50};
138       // int[] ir04 = {50};
139       // int[] ir05 = {10, 20, 30, 40};
140       // int[] ir06 = {};
141       //
142       // int[] er02 = {30, 40, 50};
143       // int[] er05 = {};
144       // int[] er06 = {10, 20, 30, 40};
145       //
146       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir02) ist gleich er02
147       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir03) ist gleich er02
148       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir04) ist gleich er02
149       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir05) ist gleich er05
150       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir06) ist gleich er06
151       ...
152    } // symmetrischeDifferenz
153    // ---------------------------------------------------------------------
```

8. Übung Methoden 1:

Unterprogramme (oder: Methoden) werden in den Abschnitten 1.4.3 und 2.1 bis 2.2 des Buches kurz eingeführt und im Kapitel 8 gründlicher behandelt.

Zur Erinnerung: Methoden mit dem Rückgabetyp `void` werden auch als *Prozeduren* bezeichnet, alle anderen als *Funktionen*.

Mit der Datei `UebMethoden1.java` können Sie Ihre Lösungen testen.

1. Ergänzen Sie das folgende "Skelett einer `int`-Funktion" zu einer `int`-Funktion, indem Sie die Auslassung `"..."` durch geeignete Befehle ersetzen:

```
1 static public int summe(int n1, int n2) {
2    // Liefert die Summe von n1 und n2 als Ergebnis.
3    ...
4 }
```

2. Programmieren Sie eine `static-public`-Prozedur namens `gibAus`, die drei Parameter namens `a`, `b` und `c` vom Typ `int` hat und diese Parameter ausgibt, etwas so:

```
a: 17
b: -22
c: 5
```

3. Programmieren Sie eine `static-public-int`-Funktion namens `hochZwei` mit einem `int`-Parameter namens `grundzahl`. Als Ergebnis soll das Quadrat der `grundzahl` (d.h. `grundzahl`^{2}) geliefert werden.

4. Programmieren Sie eine Klassen-Funktion namens `zweiHoch` mit Ergebnistyps int und einem `int`-Parameter namens `exponent`. Falls der `exponent` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis 1 geliefert werden, sonst die entsprechende Potenz von 2 (d.h. $2^{exponent}$).

5. Programmieren Sie eine `static-public-int`-Funktion namens `hoch` mit zwei `int`-Parametern namens `grundzahl` und `exponent`. Falls der `exponent` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis die Zahl 1 geliefert werden. Sonst soll die entsprechende Potenz der `grundzahl` (d.h. die Ganzzahl `grundzahl`^{exponent}) als Ergebnis geliefert werden.

6. Programmieren Sie ein `static-public-boolean`-Funktion namens `istPrim` mit einem `int`-Parameter namens `n`. Falls `n` eine Primzahl ist, soll die Funktion das Ergebnis `true` liefern und sonst das Ergebnis `false`.

7. Eine *Primzahl-Doublette* besteht aus zwei Primzahlen, deren Differenz gleich 2 ist (z.B. 3 und 5 oder 11 und 13 oder 1019 und 1021 etc.). Programmieren Sie eine `int`-Funktion namens `primDoublette` mit einem `int`-Parameter namens `min`. Diese Funktion soll von der Zahl `min` an aufwärts nach einer Primzahl-Doublette suchen. Falls sie eine findet, soll sie die kleinere Primzahl der Doublette als Ergebnis liefern. Falls es im Bereich zwischen `min` und der größten Zahl des Typs `int` (`Integer.MAX_VALUE`) keine Primzahl-Doublette gibt, soll die Funktion `primDoublette` den Wert 0 als Ergebnis liefern.

8. Programmieren Sie eine parameterlose Prozedur namens `alleRechtwinkligen`, die alle Ganzzahl-Tripel (`a`, `b`, `c`) zur Standardausgabe ausgibt, für die gilt:

8.1. Jede der drei Ganzzahlen `a, b` und `c` liegt zwischen 1 und 100 (einschliesslich).
8.2. `a` ist größer oder gleich `b` und `b` ist größer oder gleich `c`.
8.3. Die drei Ganzzahlen repräsentieren die Seiten eines *rechtwinkligen Dreiecks*, d.h. es gilt "der Pythagoras" $a^2 = b^2 + c^2$.

Die Ausgabe eines solchen Tripels soll z.B. so aussehen:

```
Nr. 19: 50, 40, 30
```

und mit einem Blank `' '` und einem Zeilenwechselzeichen `'\n'` enden.

9. Übung Reihungen 1:

Reihungen werden im Kapitel 7 des Buches und *Methoden* im Kapitel 8 behandelt.

Mit der Datei `UebReihungen1.java` können Sie Ihre Lösungen testen.

Ergänzen Sie die folgenden Methoden-*Skelette* zu richtigen *Methoden*:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 static public void printR(int[] ir) {
 3    // Gibt "null"  aus, wenn ir gleich null ist.
 4    // Gibt "[]"    aus, wenn ir leer ist.
 5    // Gibt "[123]" aus, wenn ir nur eine Komponente 123 enthaelt.
 6    // Gibt einen String wie z.B. "[123, -17, 55]" aus, wenn ir mehrere
 7    // Komponenten enthaelt.
 8    ...
 9 } // printR
10 // ---------------------------------------------------------------------
11 static public int min(int[] ir) {
12    // Liefert die kleinste Komponente von ir bzw.
13    // Integer.MAX_VALUE falls ir aus 0 Komponenten besteht.
14    ...
15 } // min
16 // ---------------------------------------------------------------------
17 static public boolean mindEineGerade(int[] ir) {
18    // Liefert true genau dann wenn ir mindestens eine gerade Zahl enthaelt
19    ...
20 } // mindEineGerade
21 // ---------------------------------------------------------------------
22 static public boolean alleGerade(int[] ir) {
23    // Liefert true genau dann wenn alle Komponenten von ir gerade Zahlen
24    // sind.
25    ...
26 } // alle Gerade
27 // ---------------------------------------------------------------------
28 static public boolean kommtVor(int dieserWert, int[] inDieserReihung) {
29    // Liefert true genau dann wenn dieserWert als Komponente in der
30    // Reihung namens inDieserReihung vorkommt.
31    ...
32 } // kommtVor
33 // ---------------------------------------------------------------------
34 static public int index(int n, int[] ir) {
35    // Liefert den kleinsten Index i fuer den gilt n == ir[i] bzw.
36    // -1, falls es keinen solchen Index gibt (d.h. falls n in ir nicht
37    // vorkommt.
38    ...
39 } // index
40 // ---------------------------------------------------------------------
41 static public void pAlleDurch2(int[] ir) {
42    // Teilt jede Komponente von ir durch 2.
43    ...
44 } // pAlleDurch2
45 // ---------------------------------------------------------------------
46 static public int[] fAlleDurch2(int[] ir) {
47    // Liefert eine Kopie der Reihung ir, in der alle Komponenten durch 2
48    // geteilt wurden.
49    ...
50 } // fAlleDurch2
51 // ---------------------------------------------------------------------
52 static public boolean sindGleich(int[] ira, int[] irb) {
53    // Liefert true genau dann wenn ira und irb auf gleich lange
54    // Reihungen zeigen und jede Komponente ira[i] gleich der ent-
55    // sprechenden Komponente irb[i] ist.
56    ...
57 } // sindGleich
58 Fortsetzung siehe nächste Seite
```

```
59 // ---------------------------------------------------------------------
60 static public boolean sindDisjunkt(int[] ira, int[] irb) {
61    // Liefert true genau dann
62    // wenn ira und irb beide gleich null sind oder
63    // wenn jede Zahl in ira verschieden ist von jeder
64    // Zahl in irb.
65    ...
66 } // sindDisjunkt
67 // ---------------------------------------------------------------------
68 public static void printR(String[] sr) {
69    // Gibt "null"  aus, wenn sr gleich null ist.
70    // Gibt "[]"    aus, wenn sr leer ist.
71    // Gibt "[123]" aus, wenn sr nur eine Komponente 123 enthaelt.
72    // Gibt einen String wie z.B. "["ABC", "12", "", null]" aus, wenn sr
73    // mehrere Komponenten enthaelt.
74    ...
75    } // printR
```

10. Übung Reihungen 2:

Reihungen werden im Kapitel 7 des Buches und *Methoden* im Kapitel 8 behandelt.

Ergänzen Sie folgenden Methoden-Skelette zu richtigen Methoden. Alle Methoden dienen dazu, zweistufige Reihungen zu bearbeiten:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 static public int summe(int[][] irr) {
 3    // Liefert die Summe aller int-Komponenten von irr.
 4    ...
 5 } // summe
 6 // ---------------------------------------------------------------------
 7 static public boolean alleGerade(int[][] irr) {
 8    // Liefert true, falls alle int-Komponenten von irr gerade sind und
 9    // sonst false.
10    ...
11 } // alleGerade
12 // ---------------------------------------------------------------------
13 static public int anzahlGerade(int[][] irr) {
14    // Liefert die Anzahl der geraden int-Komponenten von irr.
15    ...
16 } // anzahlGerade
17 // ---------------------------------------------------------------------
18 static public boolean kommtVor(int dieserWert, int[][] inDieserReihung) {
19    // Liefert true, wenn dieserWert in inDieserReihung (als int-Komponente)
20    // vorkommt, und sonst false.
21    ...
22 } // kommtVor
23 // ---------------------------------------------------------------------
24 static public int anzahlKomponenten(int[][] irr) {
25    // Liefert die Anzahl der int-Komponenten von irr.
26    ...
27 } // anzahlKomponenten
28 // ---------------------------------------------------------------------
29 static public void printR(String[] rs) {
30    // Gibt rs mit der Methode p in lesbarer Form aus, z.B. so:
31    // [ABC, DE, EFGH]
32    // [12345, ab, !??, ***]
33    // []                        // Wenn rs leer ist.
34    ...
35 } // printR
36 // ---------------------------------------------------------------------
37 static public int anzBuchstaben(String[] sonja) {
38    // Liefert die Anzahl der Buchstaben, die in den Komponenten von
39    // sonja vorkommen.
40    ...
41 } // anzBuchstaben
42 // ---------------------------------------------------------------------
```

11. Übung Reihungen 3:

Mehrstufige Reihungen werden im Abschnitt 7.4 des Buches behandelt.

Betrachten Sie die folgenden fünf Vereinbarungen von zweistufigen Reihungsvariablen:

```
 1 int[][] irrA = null;                      // Keine Reihung
 2 int[][] irrB = new int[3][];              // 2-stufige Reihung
 3 int[][] irrC = new int[3][2];             // 2-stufige Reihung
 4 int[][] irrD =               { {11, 12,}, // 2-stufige Reihung
 5                                {21, 22,},
 6                                {31, 32,},
 7                              };
 8 int[][] irrE = new int[][]   { {41, 42,}, // 2-stufige Reihung
 9                                {51, 52, 53},
10                                {},
11                                null,
12                              };
```

Stellen Sie die fünf Variablen `irrA` bis `irrE` als *Bojen* dar. Die *vereinfachte Bojendarstellung* (ohne die Referenzen von Komponentenvariablen und ohne das `length`-Attribut) ist hier ausdrücklich *erlaubt*.

12. Übung Sammlungen

Diese Übung sollte an einem Rechner durchgeführt werden. Sie sollen Befehle in den Rumpf der `main`-Methode einer Klasse namens `UebSammlungen` schreiben. Ausserdem sollten Sie Zugang zur Online-Dokumentation der Java-Standardbibliothek haben, damit Sie sich dort detaillierte Informationen über die Sammlungsklassen `ArrayList` und `TreeSet` holen können.

1. Vereinbaren Sie ein Sammlungsobjekt namens `ali` vom Typ `ArrayList<Integer>`, welches anfangs leer ist.

2. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `A ali: []`

3. Fügen Sie in die Sammlung `ali` zwei Komponenten mit den Werten `40` und `20` (in dieser Reihenfolge) ein.

4. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `B ali: [40, 20]`

5. Fügen Sie ganz am Anfang der Sammlung `ali` eine Komponente mit dem Wert `50` und ganz am Ende eine mit dem Wert `10` ein.

6. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `C ali: [50, 40, 20, 10]`

7. Fügen Sie zwischen den Komponenten `40` und `20` eine weitere Komponente mit dem Wert `30` ein.

8. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `D ali: [50, 40, 30, 20, 10]`

9. Vereinbaren Sie ein weiteres Sammlungsobjekt namens `tsi` vom Typ `TreeSet<Integer>`, welches anfangs genau dieselben Komponenten enthält wie `ali`.

Hinweis: Alle Sammlungsklassen (insbesondere `ArrayList<K>` und `TreeSet<K>`) implementieren (direkt oder indirekt) die Schnittstelle `Collection<K>`. Und jede Sammlungsklasse hat einen Konstruktor mit einem Parameter des Typs `Collection<K>`.

10. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `tsi` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `E tsi: [10, 20, 30, 40, 50]`

11. Was geben in dieser Situation die folgenden Befehle aus?

```
 1       printf("F tsi.first  (  ): %d%n", tsi.first  (  ));
 2       printf("G tsi.lower  (25): %d%n", tsi.lower  (25));
 3       printf("H tsi.lower  (30): %d%n", tsi.lower  (30));
 4       printf("I tsi.floor  (25): %d%n", tsi.floor  (25));
 5       printf("J tsi.floor  (30): %d%n", tsi.floor  (30));
 6       printf("K tsi.ceiling(30): %d%n", tsi.ceiling(30));
 7       printf("L tsi.ceiling(35): %d%n", tsi.ceiling(35));
 8       printf("M tsi.higher (30): %d%n", tsi.higher (30));
 9       printf("N tsi.higher (35): %d%n", tsi.higher (35));
10       printf("O tsi.last   (  ): %d%n", tsi.last   (  ));
```

12. Beschreiben Sie (auf Deutsch und für eine beliebige `TreeSet`-Sammlung `tss`):
Welche Komponente liefert der Ausdruck `tss.first()`? Der Ausdruck `tss.lower(k)`? Der Ausdruck `tss.floor()`? ... Der Ausdruck `tss.last()`?

13. Übung Bojen (ausführliche und vereinfachte) 1:

Bojen werden in den Abschnitten 5.7, 7.1 und 10.2 des Buches behandelt (die Begriffe ausführliche Bojendarstellung und vereinfachte Bojendarstellung werden im Abschnitt 7.1, S. 156-158 erklärt).

Nehmen Sie an, dass eine Klasse namens `Otto` wie folgt vereinbart wurde:

```
 1 class Otto {
 2    int    zahl;                 // Ein primitives Objekt-Attribut
 3    String text;                 // Ein   Referenz-Objekt-Attribut
 4
 5    Otto() {                     // Ein Standard-Konstruktor
 6       zahl = -1;                // Nur zahl wird initialisiert,
 7    } // Konstruktor Otto        // text behaelt den Wert null
 8
 9    Otto(int zahl, String text) { // Noch ein Konstruktor
10       this.zahl = zahl;
11       this.text = text;
12    } // Konstruktor Otto
13    ...
14 } // class Otto
15
```

Nehmen Sie weiter an, dass irgendwo drei `Otto`-Objekte vereinbart wurden, etwa wie folgt:

```
47    ...
48    Otto ob1 = new Otto(17, "Hallo ");
49    Otto ob2 = new Otto(25, "Sonja!" );
50    Otto ob3 = new Otto();
51    ...
52
```

1. Stellen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` als Bojen dar, und zwar in *ausführlicher Darstellung* (d.h. zeichnen Sie von jedem Attribut die Referenz und den Wert).

2. Stellen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` als Bojen dar, diesmal in *vereinfachter Darstellung* (d.h. zeichnen Sie von jedem Attribut nur den Wert, aber nicht die Referenz).

3. Wie sehen die Variablen aus, nachdem die folgenden drei Zuweisungen ausgeführt wurden?

```
51    ...
52    ob1.zahl = ob2.zahl;
53    ob1.text = ob2.text;
54    ob3.text = ob1.text;
55    ...
```

Zeichnen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` erneut in vereinfachter Bojendarstellung.

14. Übung Bojen (von Reihungen) 2:

In den folgenden Programmfragmenten wird jeweils eine Reihung vereinbart und dann bearbeitet. Wie sieht diese Reihung *vor* ihrer Bearbeitung aus und wie sieht sie *nach* ihrer Bearbeitung aus? Stellen Sie jede Reihung zweimal als *Boje* dar (einmal *vor* ihrer Bearbeitung und einmal *nach* ihrer Bearbeitung).

```
 1 // 1. Die Reihung ali:
 2 int[] ali = new int[] {25, 50, 34, 87};
 3 for (int i=ali.length-1; i>=0; i--) {
 4    ali[i]++;
 5 }
 6
 7 // 2. Die Reihung bernd:
 8 int[] bernd = new int[] {12, 19, 23, 10, 15};
 9 for (int i=1; i<bernd.length-1; i++) {
10    bernd[i] = (bernd[i-1] + bernd[i] + bernd[i+1]) / 3;
11 }
12
13 // 3. Die Reihung christian:
14 int[] christian = new int[] {6, 7, 8, 9};
15 for (int i=0; i<christian.length; i++) {
16    if        (christian[i] % 2 == 0) {
17       christian[i] /= 2;
18    } else if (christian[i] % 3 == 0) {
19       christian[i] /= 3;
20    } else {
21       christian[i]  = 0;
22    }
23 }
24
25 // 4. Die Reihung dirk:
26 StringBuilder[] dirk = {
27    new StringBuilder("Auf-"),
28    new StringBuilder("der-"),
29    new StringBuilder("Mauer.")
30 };
31 for (int i=1; i<dirk.length; i++) {
32    dirk[i].insert(0, dirk[i-1]);
33 }
34
35 // 5. Die Reihung ertan:
36 StringBuilder[] ertan = new StringBuilder[3];
37 ertan[0] = new StringBuilder("eins");
38 ertan[1] = new StringBuilder("zwei");
39 ertan[2] = new StringBuilder("drei");
40 ertan[1].append("mal");
41 ertan[0].setCharAt(0, 'E');
42 ertan[2] = new StringBuilder("vier");
43
44 // 6. Die Reihung frank:
45 int[] frank = new int[] {22, 78, 78, 35, 22};
46 for (int i1=0; i1<frank.length-1; i1++) {
47    for (int i2=i1+1; i2<frank.length; i2++) {
48       if (frank[i1] == frank[i2]) {
49          ++frank[i1];
50          --frank[i2];
51       }
52    }
53 }
```

15. Übung Klassen 1:

Klassen und *klassische Fachbegriffe* werden im Kapitel 9 des Buches behandelt.

Betrachten Sie die folgende Klasse und beantworten sie dann die nachfolgenden Fragen:

```
 1 // Datei Punkt2.java
 2 // ------------------------------------------------------------------------
 3 class Punkt2 {
 4    static private int   anzahlPunkte;
 5    static private float sp_x, sp_y;   // Schwerpunkt aller Punkte
 6    // ------------------------------------------------------------------------
 7    static private void  rein(float x, float y) {
 8       sp_x = (sp_x * anzahlPunkte + x) / (anzahlPunkte + 1);
 9       sp_y = (sp_y * anzahlPunkte + y) / (anzahlPunkte + 1);
10       anzahlPunkte++;
11    } // rein
12    // ------------------------------------------------------------------------
13    static private void raus(float x, float y) {
14       if (anzahlPunkte == 1) {
15          sp_x = 0;
16          sp_y = 0;
17       } else {
18          sp_x = (sp_x * anzahlPunkte - x) / (anzahlPunkte - 1);
19          sp_y = (sp_y * anzahlPunkte - y) / (anzahlPunkte - 1);
20       }
21       anzahlPunkte--;
22    } // raus
23    // ------------------------------------------------------------------------
24    public  static void verschiebe(Punkt2 p, float dx, float dy) {
25       pln("Verschiebe Punkt  von   x: " +  p.x + ",  y: " +  p.y);
26       pln("                  um   dx: " +   dx + ", dy: " +   dy);
27       raus(p.x, p.y);
28       p.x += dx;
29       p.y += dy;
30       rein(p.x, p.y);
31       pln("                  nach  x: " +  p.x + ",  y: " +  p.y);
32       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
33       pln();
34    } // verschiebe
35    // ------------------------------------------------------------------------
36    private float x, y;
37    // ------------------------------------------------------------------------
38    Punkt2(float neues_x, float neues_y) {
39       rein(neues_x, neues_y);
40       x    = neues_x;
41       y    = neues_y;
42       pln("Neuen Punkt erzeugt mit x: " + x + ",  y: " + y);
43       pln("Neue  Anzahl aller Punkte: " + anzahlPunkte);
44       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
45       pln();
46    } // Konstruktor Punkt2
47    // ------------------------------------------------------------------------
48    Punkt2() {
49       this(0.0f, 0.0f);  // Aufruf eines anderen Konstruktors dieser Klasse
50    } // Konstruktor Punkt2
51    // ------------------------------------------------------------------------
52    public void verschiebe(float dx, float dy) {
53       pln("Verschiebe Punkt  von   x: " +    x + ",  y: " +    y);
54       pln("                  um   dx: " +   dx + ", dy: " +   dy);
55       raus(x, y);
56       x += dx;
57       y += dy;
58       rein(x, y);
59       pln("                  nach  x: " +    x + ",  y: " +    y);
60       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
```

```
61       pln();
62    } // verschiebe
63    // ---------------------------------------------------------------------
64    // Mehrere Methoden mit kurzen Namen:
65    static void pln(Object ob) {System.out.println(ob);}
66    static void pln()          {System.out.println();  }
67    // ---------------------------------------------------------------------
68 } // class Punkt2
```

Fragen zur Klasse Punkt2:

Geben Sie als Antwort auf die Fragen 1 bis 7 jeweils die *Anzahl* und *die Namen* der betreffenden Elemente an (möglichst übersichtlich auf einem extra Blatt):

Frage 1: Alle Elemente der Klasse `Punkt2` (Konstruktoren zählen *nicht* zu den Elementen!)
Frage 2: Klassenelemente
Frage 3: Objektelemente
Frage 4: Klassenattribute
Frage 5: Klassenmethoden
Frage 6: Objektattribute
Frage 7: Objektmethoden
Frage 8: Wie viele *Konstruktoren* hat die Klasse `Punkt2`? Wodurch unterscheiden sich diese Konstruktoren voneinander?

Die Fragen 9 bis 16 beziehen sich auf das folgende Programm:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 public class Punkt2Tst {
 3    public  static void main(String[] sonja) {
 4       Punkt2 p1 = new Punkt2(+1.0f, +4.0f);
 5       Punkt2 p2 = new Punkt2(+2.0f, +3.0f);
 6       Punkt2 p3 = new Punkt2(+3.0f, +2.0f);
 7       Punkt2 p4 = new Punkt2(+4.0f, +1.0f);
 8       Punkt2.verschiebe(p1, +3.0f, -3.0f);
 9       Punkt2.verschiebe(p4, -3.0f, +3.0f);
10    } // main
11 } // class Punkt2Tst
12 // ---------------------------------------------------------------------
```

Angenommen, der Ausführer hat das Programm `Punkt2Tst` bis Zeile 5 (einschliesslich) ausgeführt.

Frage 9: Wie viele *Module* existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module?
Frage 10: Welchen *Wert* hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment?
Frage 11: Wie viele *Variablen* des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? (Für eine Variable namens `Y` in einem Modul namens `X` geben Sie als Namen bitte `X.Y` an).

Angenommen, der Ausführer hat das Programm `Punkt2Tst` bis Zeile 9 (einschliesslich) ausgeführt.

Frage 12: Wie viele *Module* existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module?
Frage 13: Welchen *Wert* hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment?
Frage 14: Wie viele *Variablen* des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? (Für eine Variable namens `Y` in einem Modul namens `X` geben Sie als Namen bitte `X.Y` an).
Frage 15: Wie viele *Methoden* namens `verschiebe` gibt es in diesem Moment und wie heissen diese Methoden mit vollem Namen (gemeint sind hier Namen der Form `X.verschiebe`)?
Frage 16: Was gibt das Programm `Punkt2Tst` zum Bildschirm aus? Führen Sie das Programm mit Papier und Bleistift aus und ermitteln Sie wenigstens die ersten Zeilen der Ausgabe.

16. Übung Deutsch 1:

Kleinere Befehle werden im Abschnitt1.5 des Buches ins Deutsche übersetzt. Hier wird zum ersten Mal eine ganze Klasse übersetzt. Betrachten Sie dazu die folgende Vereinbarung einer Klasse:

```
 1  class Karoline {
 2     private static int   anna  = 17;
 3     public  static float berta = 12.34;
 4     private        int   carl  = 25;
 5     private        float dirk;
 6     public  static void  erika() {
 7        anna = (anna * 2) / 3;
 8        pln("Hallo! " + anna + berta);
 9     }
10     public         int   fritz(int n) {
11        carl = carl * 2 / 3;
12        return carl;
13     }
14  } // class Karoline
```

Diese Vereinbarung ist ein *Befehl* (des Programmierers an den Ausführer), den man etwa so ins Deutsche übersetzen kann:
Erzeuge eine Klasse namens `Karoline`, die die folgenden Vereinbarungen enthält:
1. Vereinbarungen von Klassenelementen:
1.1. Erzeuge eine private Variable namens `anna` vom Typ `int` mit dem Anfangswert 17.
1.2. Erzeuge eine öffentliche Variable namens `berta` vom Typ `float` mit dem Anfangswert 12.34.
1.3. Erzeuge eine Methode namens `erika`, die keine Parameter hat und kein Ergebnis liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
1.3.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `(anna * 2)/3` und tue diesen Wert in die Variable `anna`.
1.3.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `"Hallo! " + anna + berta`, nimm diesen Wert als Parameter und führe damit die Methode `println` aus dem Objekt `out` aus der Klasse `System` aus.
2. Vereinbarungen von Objektelementen:
2.1. Erzeuge eine private Variable namens `carl` vom Typ `int` mit dem Anfangswert 25.
2.2. Erzeuge eine private Variable namens `dirk` vom Typ `float` (mit dem Standard-Anfangswert 0.0).
2.3. Erzeuge eine öffentliche Methode namens `fritz`, die einen `int`-Parameter namens `n` hat, ein Ergebnis vom Typ `int` liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
2.3.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `n * 2 / 3` und tue ihn in die Variable `carl`.
2.3.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `carl` und liefere ihn als Ergebnis der Methode `fritz`.

Offensichtlich ist die deutsche Version dieses Befehls deutlich länger als die Java-Version (das war auch ein Grund dafür, Java zu erfinden statt Programme auf Deutsch zu schreiben).

Übersetzen Sie entsprechend die folgende Klassenvereinbarung ins Deutsche:

```
15  class Yehyahan {
16     private        long   wisam;
17     public         double erdogan = 99.9;
18     private static String selemon = "Hallo! ";
19     public         void   ertan(String s) {
20        wisam = erdogan / 3.0 + 17;
21        pln(selemon + s);
22     }
23     public         void   selcuk() {
24        pln("Ihr Name?");
25        String name = EM.liesString();
26        ertan(name);
27     }
28     public          long  raed() {
29        return wisam;
30     }
31  } // class Yehyahan
```

17. Übung Klassen 2:

1. Führen Sie die folgende Befehlsfolge mit Papier und Bleistift (notfalls mit Papier und einem Kuli :-) aus. Geben Sie als Lösung dieser Aufgabe an, welche Werte die Komponenten der Reihung `otto` nach Ausführung aller Befehle haben:

```
1 int[] otto = new int[] {10, 17, 24, 31, 14, 27};
2 for (int i=1; i < otto.length-2; i++) {
3    if (otto[i] % 3 != 0) {
4       otto[i]++;
5       i--;
6    }
7 }
```

2. Betrachten Sie die folgende Klasse `EM00`:

```
 8 // Datei EM00.java
 9 //------------------------------------------------------------------------
10 // Ein Modul. der Methoden zum Einlesen von der Standardeingabe zur
11 // Verfuegung stellt. Eingelesen werden koennen Werte der folgenden Typen:
12 // String, int, float und boolean.
13 //------------------------------------------------------------------------
14 import java.io.InputStreamReader;
15 import java.io.BufferedReader;
16 import java.io.IOException;
17
18 public class EM00 {
19    // ---------------------------------------------------------------------
20    // Stellt den Kollegen Unterprogramme zur Verfuegung, mit denen man
21    // Strings, Ganzzahlen, Bruchzahlen und Wahrheitswerte von der
22    // Standardeingabe einlesen kann.
23    // ---------------------------------------------------------------------
24    static public String liesString() throws IOException {
25       return Bernd.readLine();
26    }
27    // ---------------------------------------------------------------------
28    static public int liesInt() throws IOException {
29       return Integer.parseInt(Bernd.readLine());
30    }
31    // ---------------------------------------------------------------------
32    static public float liesFloat() throws IOException {
33       return Float.parseFloat(Bernd.readLine());
34    }
35    // ---------------------------------------------------------------------
36    static public boolean liesBoolean() throws IOException {
37       return Boolean.valueOf(Bernd.readLine()).booleanValue();
38    }
39    // ---------------------------------------------------------------------
40    static InputStreamReader Inge  = new InputStreamReader(System.in);
41    static BufferedReader    Bernd = new BufferedReader(Inge);
42    // ---------------------------------------------------------------------
43 } // end class EM00
```

Geben Sie als Antwort auf die Fragen 1 bis 4. jeweils die *Anzahl* und die *Namen* der betreffenden Elemente an:

1. Klassenattribute
2. Klassenmethoden
3. Objektattribute
4. Objektmethoden

5. Schreiben Sie zusätzliche Methoden namens `liesShort`, `liesLong` und `liesDouble`, die man zur Klasse `EM00` hinzufügen könnte. Mit diesen zusätzlichen Methoden soll man einen Wert vom Typ `short` (bzw. `long` bzw `double`) von der Standardeingabe einlesen können. Orientieren Sie sich

beim Schreiben der zusätzlichen Methoden an der Methode `liesInt` (und nicht an `liesString` oder `liesBoolean`).

6. Betrachten Sie die Klasse `IntRech01` (siehe unten). Programmieren Sie ein Klassen namens `IntRech02` als Erweiterung (d.h. als Unterklasse) der Klasse `IntRech01`. Die neue Klasse `IntRech02` soll zusätzliche Methoden namens `mul` und `div` enthalten, mit denen man `int`-Werte *sicher* multiplizieren bzw. dividieren kann.

7. Schreiben Sie ein Programm namens `BigInteger03`, welches eine `int`-Zahl `n` von der Standardeingabe einliest, die Fakultät von `n` (das Produkt aller Ganzzahlen von `1` bis `n`, einschliesslich) als Objekt des Typs `BigInteger` berechnet und zur Standardausgabe ausgibt. Orientieren Sie sich beim Schreiben dieses Programms am Programm `BigInteger01` (siehe unten und bei den Beispielprogrammen). Zur Vereinfachung dieser Aufgabe sei festgelegt: Falls die eingelesene `int`-Zahl `n` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis die Zahl `1` ausgegeben werden.

Erweiterung der vorigen Übung:

8. Lesen Sie (in Ihrem Programm `BigInteger03`) wiederholt `int`-Werte und geben Sie deren Fakultät aus, bis der Benutzer eine `0` eingibt.

Falls der Benutzer eine *negative* Ganzzahl eingibt, sollte eine kleine Fehlermeldung ausgegeben und das Programm fortgesetzt werden.

Geben Sie nicht nur die Fakultät selber aus, sondern zusätzlich auch die *Anzahl ihrer Dezimalziffern* (dazu gibt es in der Klasse `BigInteger` hilfreiche Methoden).

Geben Sie zusätzlich auch noch aus, wie viele *Binärziffern* man braucht, um die gerade ausgegebene Fakultät darzustellen. Siehe dazu die Methode `bitLength` in der Klasse `BigInteger`.

Das Programm `IntRech01`:

```
44 public class IntRech01 {
45    // ------------------------------------------------------------------------
46    static public int add(int n1, int n2) throws ArithmeticException {
47       long erg = (long) n1 + (long) n2; // Hier wird sicher addiert!
48       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
49       return (int) erg;
50    } // add
51    // ------------------------------------------------------------------------
52    static public int sub(int n1, int n2) throws ArithmeticException {
53       long erg = (long) n1 - (long) n2; // Hier wird sicher subtrahiert!
54       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
55       return (int) erg;
56    } // sub
57    // ------------------------------------------------------------------------
58    static protected void pruefeObInt(long g) throws ArithmeticException {
59       // Loest eine Ausnahme ArithmeticException aus, falls man g nicht
60       // in einen int-Wert umwandeln kann.
61       if (g < Integer.MIN_VALUE || Integer.MAX_VALUE < g) {
62          throw new ArithmeticException(g + " ist kein int-Wert!");
63       }
64    } // pruefeObInt
65    // ------------------------------------------------------------------------
66    static public void main(String[] sonja) {
67       // Kleiner Test der Methoden add und sub:
68       int int01 = 1000 * 1000 * 1000; // 1 Milliarden
69       int int02 = 2000 * 1000 * 1000; // 2 Milliarden
70
71       pln("A int02 - int01: " + sub(int02, int01));
72       pln("B int02 + 12345: " + add(int02, 12345));
73       pln("C int02 + int01: " + add(int02, int01));
74    } // main
75    // ------------------------------------------------------------------------
76 } // class IntRech02
```

Das Programm `BigInteger01`:

```
 1 import java.math.BigInteger;
 2
 3 public class BigInteger01 {
 4    // ---------------------------------------------------------------------
 5    static public void main(String[] emil) throws
 6       java.io.IOException,
 7       java.lang.ArithmeticException,
 8       java.lang.NumberFormatException
 9    {
10       pln("A BigInteger01: Jetzt geht es los!");
11
12       while (true) {
13          pln("B Zum Beenden bitte 0 eingeben!");
14          p  ("C BigInteger BI1? ");
15          BigInteger bi1 = EM.liesBigInteger();
16       if (bi1.compareTo(BigInteger.ZERO) == 0) break;
17          p  ("D BigInteger BI2? ");
18          BigInteger bi2 = EM.liesBigInteger();
19
20          pln("E BI1:            " + bi1);
21          pln("F BI2:            " + bi2);
22
23          pln("G BI1  +  BI2:    " + bi1.add(bi2));
24          pln("H BI1  -  BI2:    " + bi1.subtract(bi2));
25          pln("I BI1  *  BI2:    " + bi1.multiply(bi2));
26          pln("J BI1  /  BI2:    " + bi1.divide(bi2));
27
28          // Die Methode divideAndRemainder liefert eine Reihung mit zwei
29          // Komponenten vom Typ BigInteger: den Quotienten und den Rest.
30          BigInteger[] bir = bi1.divideAndRemainder(bi2);
31          pln("K BI1  d  BI2:    " + bir[0]); // d wie divide
32          pln("L BI1  r  BI2:    " + bir[1]); // r wie remainder
33
34          // Die Methode mod wirft eine Ausnahme ArithmeticException, wenn
35          // der zweite Operand (der Modulus) negativ ist. Man beachte den
36          // subtilen Unterschied zwischen den beiden Restfunktionen rem
37          // (d.h. divideAndRemainder) und mod!
38          pln("M BI1 mod BI2:    " + bi1.mod(bi2));
39       } // while
40       pln("N BigInteger01: Das war's erstmal!");
41    } // end main
```

18. Übung Klassen 3:

Vererbung zwischen Klassen wird im Kapitel 12 des Buches behandelt.

1. Betrachten Sie die folgenden Vereinbarungen der drei Klassen A, B und C:

```
1  class A           {int    n; ...}
2  class B extends A {float  f; ...}
3  class C extends A {double d; ...}
```

Welche der folgenden Sätze sind wahr (richtig, korrekt) und welche sind falsch?

1.01. A ist *eine* Unterklasse von B. 1.02. A ist *die* Unterklasse von B.
1.03. B ist *eine* Unterklasse von A. 1.04. B ist *die* Unterklasse von A.
1.05. A ist *eine* direkte Oberklasse von B. 1.06. A ist *die* direkte Oberklasse von B.
1.07. B ist *eine* direkte Oberklasse von A. 1.08. B ist *die* direkte Oberklasse von A.
1.09. Die Klasse A *enthält mehr Elemente* als die Klasse B.
1.10. Die Klasse B *enthält mehr Elemente* als die Klasse A.
1.11. Jedes Objekt der Klasse A ist auch ein Objekt der Klasse B.
1.12. Jedes Objekt der Klasse B ist auch ein Objekt der Klasse A.
1.13. Zur Klasse A gehören immer (gleich viel oder) mehr Objekte als zu B.
1.14. Zur Klasse B gehören immer (gleich viel oder) mehr Objekte als zu A.

2. Diese Aufgabe bezieht sich auf die Klassen `E01Punkt`, `E01Quadrat` etc. aus dem Abschnitt 12.3 des Buches.

```
 1  class Ueb_Klassen3 {
 2     static public main main(String[] sonja) {
 3        E01Punkt p1 = new E01Quadrat(0.0, 0.0, 1.0);
 4        ...
 5        p1 = new E01Rechteck(0.5, 1.5, 2.5, 4.0);
 6        ...
 7        p1 = new E01Punkt(1.0, 0.0);
 8        ...
 9        p1 = new E01Kreis(0.0, 1.0, 2.0);
10        ...
```

2.1. Welchen *Typ* hat die Variable `p1`?

2.2. Welchen *Zieltyp* hat die Variable `p1`, wenn der Ausführer gerade damit fertig ist, die *Zeile 3* auszuführen?

2.3. Ebenso für *Zeile 5*. 2.4. Ebenso für *Zeile 7*. 2.5. Ebenso für *Zeile 9*.

2.6. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
String t = p1.text();
```

und welchen *Zielwert* (nicht Wert!) hätte t jeweils?

2.7. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
String s = p1.toString();
```

und welchen *Zielwert* (nicht Wert!) hätte `s` jeweils?

2.8. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
double u = ((E01Rechteck) p1).getUmfang();
```

und welchen *Wert* (nicht Zielwert!) hätte `u` jeweils?

19. Übung Strings 1:

Die Klasse `String` wird im Abschnitt 10.1 des Buches behandelt.

1. Wie viele Konstruktoren hat die Klasse `StringBuilder`? Schauen Sie in ihrer Lieblingsdokumentation der Java-Standardklassen nach.

2. Wie viele Konstruktoren hat die Klasse `String`?

3. In der Klasse `String` gibt es eine Methode `String valueOf(char[] data)`. Geben Sie eine Befehlsfolge an, in der diese Methode aufgerufen wird.

4. Ebenso für die Methode `char charAt(int index)`.

5. Welche Zielwerte haben die `String`-Variablen `s1` bis `s3` nach den folgenden Vereinbarungen:

```
1 String sonja = new String("Hallo!");
2 String s1    = sonja.substring(0, sonja.length());
3 String s2    = sonja.substring(1, 6);
4 String s3    = sonja.substring(1, 1);
```

6. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
5 String wiederhole(char zeichen, int anzahl) {
6 // Liefert einen String, der aus anzahl vielen zeichen besteht.
7 // Falls anzahl kleiner oder gleich 0 ist, wird ein leerer String
8 // als Ergebnis geliefert.
9    ...
10 } // wiederhole
```

7. Schreiben Sie drei Methoden, die den folgenden Skeletten entsprechen:

```
11 static public String linksBuendig(String s, int len) {
12 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
13 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden an der rechten Seite von s
14 // soviele Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht.
15 // Dieser wird als Ergebnis geliefert.
16    ...
17 }
18
19 static public String rechtsBuendig(String s, int len) {
20 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
21 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden an der linken Seite von s
22 // soviele Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht.
23 // Dieser wird als Ergebnis geliefert.
24    ...
25 }
26
27 static public String zentriert(String s, int len) {
28 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
29 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden links und rechts von s soviele
30 // Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht. Dieser
31 // wird als Ergebnis geliefert. Falls moeglich werden links und rechts von
32 // s gleich viel Blanks angehaengt, und sonst rechts eins mehr als links.
33    ...
34 }
```

20. Übung Ausnahmen 1:

Ausnahmen werden im Kapitel 15 des Buches behandelt.

1. Führen Sie das Programm `Ausnahmen20` (siehe nächste Seite) mit Papier und Bleistift aus. Nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer die Zahl `6` eingibt (für den Lesebefehl in Zeile 30 bzw. in Zeile 17). Geben Sie alle Zeilen an, die in diesem Fall zur Standardausgabe (zum Bildschirm) ausgegeben werden.

2. Ebenso wie 1., aber mit der Zahl `7` als Eingabe.

3. Ebenso wie 1., aber mit der Eingabe `abc`.

4. Führen Sie die folgende Befehlsfolge mit Papier und Bleistift aus und geben Sie an, was zur Standardausgabe (zum Bildschirm) ausgegeben wird:

```
1    for (int i1=3; i1<7; i1++) {
2       for (int i2=2; i2<=4; i2++) {
3          if ((i1 % 2) == (i2 % 2)) {
4             p("(" + i1 + ", " + i2 + ")  ");
5          }
6       }
7    }
8    pln();
```

5. Betrachten Sie die folgende Vereinbarung einer Klasse:

```
 9 class Carl {
10    static int   stefan     = 17;
11    static float stanislaus = 1.5;
12    int   inga  = 27;
13    float irene = 3.8;
14 }
```

5.1. Welche Elemente der Klasse `Carl` gehören zum Modul `Carl`?

5.2. Welche Elemente der Klasse `Carl` gehören zum Bauplan (zum Typ) `Carl`?

5.3. Zeichnen Sie zwei Objekte der Klasse `Carl` als Bojen. Diese Objekte sollen `otto` bzw. `emil` heissen. Zeichnen Sie in beiden Objekten auch das `this`-Element ein.

6. Ergänzen Sie das folgenden Methoden-Skelett um einen geeigneten Methoden-Rumpf:

```
15 public String nurUngerade(String s) {
16    // Liefert einen String, der nur die Zeichen von s enthaelt, die einen
17    // ungeraden Index haben. Beispiel:
18    // nurUngerade("ABCDEFG") ist gleich "BDF"
19    ...
20 }
```

Hinweis: Eine Ausnahme des Typs `NumberFormatException` enthält eine Meldung der folgenden Form: `"For input string xyz"` (wobei `"xyz"` der String ist, der nicht umgewandelt werden konnte).

Das Programm Ausnahmen20:

```
 1 // Vereinbarung einer geprüften Ausnahmeklasse:
 2 class ZahlIstUngerade extends Exception {
 3    public  ZahlIstUngerade(String s, int n) {super(s); zahl = n;}
 4    public  int getZahl() {return zahl;}
 5    private int zahl = 0;
 6 } // class ZahlIstUngerade
 7 // ---------------------------------------------------------------------
 8 public class Ausnahmen03 {  // Die Hauptklasse dieses Programms
 9    // ------------------------------------------------------------------
10    static public int liesEineGeradeZahl() throws
11       java.io.IOException, // Wenn die Tastatur Feuer faengt
12       ZahlIstUngerade      // Wenn die Eingabe eine ungerade Zahl ist
13       // Liest eine gerade Ganzzahl von der Standardeingabe ein und
14       // liefert sie als Ergebnis.
15    {
16
17       String einGabeS = EM.liesString();
18       // Die Methode Integer.decode wirft evtl. eine NumberFormatException:
19       int    einGabeI = Integer.decode(einGabeS);
20       if (einGabeI % 2 != 0) throw                          //   <--- throw
21          new ZahlIstUngerade("Verflixt!!!", einGabeI);
22       return einGabeI;
23    } // liesEineGeradeZahl
24    // ------------------------------------------------------------------
25    static public void main(String[] sonja) {
26       p("Ausnahmen20: Eine gerade Zahl? ");
27       int zahl = 0;
28
29       try {                                                 //     <--- try
30          zahl = liesEineGeradeZahl();
31          pln(zahl + " ist eine sehr gute Eingabe!");
32       }
33       catch (ZahlIstUngerade Ziu) {                         //   <--- catch
34          pln("Ihre Eingabe " + Ziu.getZahl() + " ist ungerade!");
35          pln(Ziu.getMessage());
36       }
37       catch (java.io.IOException IOEx) {                    //   <--- catch
38          pln("Eine Ausnahme des Typs java.io.IOException trat auf!");
39          pln(IOEx.getMessage());
40       }
41       catch (java.lang.NumberFormatException NFE) {         //   <--- catch
42          pln("NumberFormatException, Meldung: " + NFE.getMessage());
43          pln("Diese Ausnahme wird propagiert!");
44          throw NFE; // Die Ausnahme NFE wird propagiert     //   <--- throw
45       }
46       finally {                                             // <--- finally
47          pln("Diese Meldung erscheint auf jeden Fall!");
48       }
49
50       // Die folgende Meldung wird nicht ausgegeben wenn das Programm mit
51       // einer NumberFormatException abgebrochen wird:
52       pln("Ausnahmen20: Das war's erstmal!");
53    } // main
54 } // class Ausnahmen20
```

Hinweis: Die Meldung in einem NumberFormatException-Objekt sieht z.B. so aus:
`For input string: "xyz"`
wobei "xyz" der String ist, der nicht umgewandelt werden konnte.

21. Übung Ausnahmen 2:

Ausnahmen werden im Kapitel 15 des Buches behandelt.

Betrachten Sie das folgende Java-Programm:

```
 1 class Ausnahmen07 {
 2    // ---------------------------------------------------------------------
 3    static public void main(String[] sonja) {
 4
 5       // Ein try-Block ohne catch-Bloecke, aber mit finally-Block;
 6       try {
 7          AM.pln("Ausnahmen07: Jetzt geht es los!");
 8       } finally {
 9          AM.pln("Ausnahmen07: Kein catch-, aber ein finally-Block!");
10       } // try/finally
11
12       // Die methode01 wird wiederholt aufgerufen:
13       while (true) {
14          try {
15             AM.pln("A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!");
16             methode01();
17          } catch(Throwable t) {
18             AM.pln("D " + t);
19          }
20       } // while
21    } // main
22    // ---------------------------------------------------------------------
23    static void methode01() throws Exception {
24       // Wird auf verschiedene Weise beendet oder aufgrund einer Ausnahme
25       // abgebrochen:
26       int n = 0;
27       while (true) {
28          try {
29             AM.p("------------- methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? ");
30             n = EM.liesInt();
31             switch (n) {
32                case 1:  throw new Exception("1 ist zu klein!");
33                case 2:  throw new Exception("2 ist mickrig!");
34                case 3:  throw new Exception("3 reicht beinahe!");
35                case 4:  throw new Exception("4 beendet alles!");
36                default: throw new Exception(n + " ist falsch!");
37             } // switch
38
39          } catch(Throwable t) {
40             AM.pln("B " + t);
41
42             Exception e = new Exception(
43                "In einem catch-Block wurde eine Ausnahme geworfen!"
44             );
45             if (n == 1) break;   // Die while-Schleife beenden
46             if (n == 2) return;  // Die methode01 beenden
47             if (n == 3) throw e; // Eine Ausnahme ausloesen
48             if (n == 4) {
49                AM.pln("Der finally-Block wurde *nicht* ausgefuehrt!");
50                System.exit(1);   // Das ganze Programm Ausnahmen01 beenden
51             } // if
52          } finally {
53             AM.pln("C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!");
54          } // try/catch/finally
55       } // while
56    } // methode01
57    // ---------------------------------------------------------------------
58 } // class Ausnahmen07
```

Was gibt dieses Programm zur Standardausgabe (zum Bildschirm) aus, wenn der Benutzer (für den Lesebefehl in Zeile 30) der Reihe nach folgende Zahlen eingibt: 7, 1, 2, 3, 4?

22. Übung Methoden 2:

1. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
1    static public char[] a_nach_b(char[] r) {
2       // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von 'a' durch
3       // 'b' ersetzt wurden.
4       ...
5    } // a_nach_b
```

2. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
6    static public char[] a_nach_bb(char[] r) {
7       // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von 'a' durch
8       // zwei 'b' ersetzt wurden.
9       ...
10   } // a_nach_bb
```

Hinweis: Falls das Zeichen `'a'` in der Reihung `r` (ein oder mehrmals) vorkommt, ist das Ergebnis der Methode eine Reihung, die *länger* ist als der Parameter `r`. Achten Sie darauf, dass diese Ergebnis-Reihung "genau die richtige Länge" hat, und nicht etwa "ein bisschen zu lang" ist.

3. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
11   static public char[] aa_nach_bbb(char[] r) {
12      // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von zwei unmittel-
13      // bar nacheinander liegenden 'a' durch drei 'b' ersetzt wurden.
14      ...
15   } // aa_nach_bbb
```

Der Hinweis zu der vorigen Aufgabe gilt entsprechend auch für diese Aufgabe. Ausserdem soll gelten: Eine Reihung `{'a', 'a', 'a'}` soll in eine Reihung der Länge 4 `{'b', 'b', 'b', 'a'}` übersetzt werden (und nicht in eine Reihung der Länge 6 `{'b', 'b', 'b', 'b', 'b', 'b'}`).

4. Die Datei `UebLoes.java` kann dazu benutzt werden, die Methoden `a_nach_b`, `a_nach_bb` und `aa_nach_bbb` (und einige weitere Methoden) zu testen. Eine kleine Bedienungsanleitung findet man am Anfang der Datei `UebLoes.java`.

5. Schreiben Sie drei Funktionen (ohne die Methode `replace` der Klasse `String` zu verwenden, zur Übung!):

```
16   static public String c_nach_d(String s) {
17      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von 'c' durch
18      // 'd' ersetzt wurden.
19      ...
20   } // c_nach_d
21
22   static public String c_nach_d(String s) {
23      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von 'c' durch
24      // zwei 'd' ersetzt wurden.
25      ...
26   } // c_nach_dd
27
28   static public String cc_nach_ddd(String s) {
29      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von zwei unmittel-
30      // bar nacheinander liegenden 'c' durch drei 'd' ersetzt wurden.
31      ...
32   } // ac_nach_dbb
```

Entwickeln Sie die Lösungen mit Papier und Bleistift (wie in der Klausur). Anschliessend können Sie auch diese Lösungen mit dem Programm `UebLoes` testen.

6. Programmieren Sie auch die anderen Methoden, die in der Datei `UebLoes` spezifiziert sind.

23. Übung Punkt, Quadrat, Rechteck, Kreis

Betrachten Sie im Abschnitt 12.3 des Buches die Klassen `E01Punkt`, `E01Quadrat`, `E01Rechteck` und `E01Kreis` und füllen Sie dann die folgenden Tabellen aus. Geben Sie jeweils die *Anzahl* der betreffenden Elemente und die *Namen* der Elemente an. Die erste Tabelle (für die Klasse `E01Punkt`) ist als Beispiel bereits ausfüllt. Um die Übung zu vereinfachen, wurden dabei die Elemente, die die Klasse `Punkt` von der Klasse `Object` erbt, vernachlässigt und nicht erwähnt.

Klasse `Punkt`:

Objektattribute, geerbt	-- (die von Object geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektattribute, neu	2, `x`, `y`
Objektmethoden, geerbt	-- (die von Object geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektmethoden, neu	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text`, `toString`

Klasse `Rechteck`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

Klasse `Quadrat`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

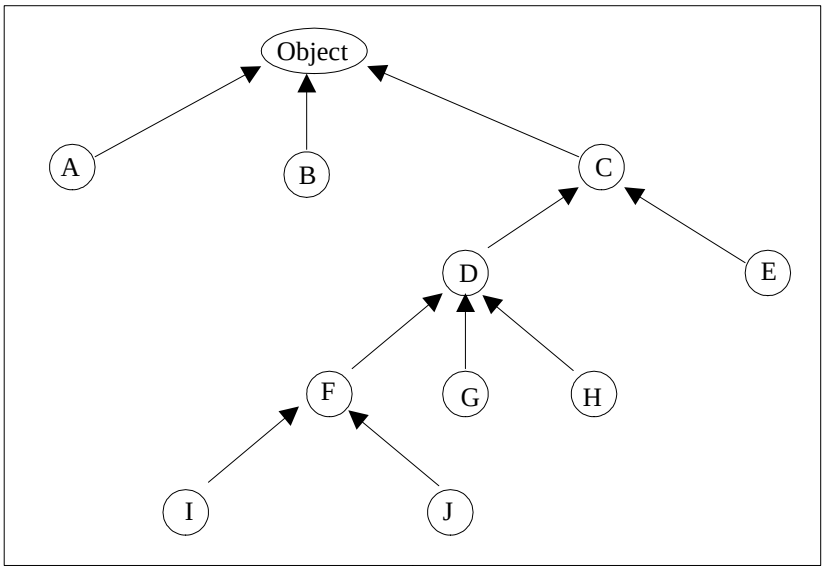
Klasse `Kreis`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

24. Übung Oberklassen/Unterklassen

Oberklassen und *Unterklassen* etc. werden im Kapitel 12 des Buches behandelt.

Betrachten Sie die folgende Klassenhierarchie (mit den Klassen Object, A, B, C , ...). Ein Pfeil von K2 nach K1 bedeutet:
die Klasse K2 *erbt* von der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine Erweiterung* der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine direkte Unterklasse* von K1, oder:
die Klasse K1 *ist die direkte Oberklasse* von K2.



Geben Sie die folgenden Klassen an:

1. *Die* direkte Oberklasse von F?
2. *Eine* indirekte Oberklasse von F?
3. Alle Oberklassen von F?
4. *Eine* direkte Unterklasse von C?
5. *Eine* indirekte Unterklasse von C?
6. Alle Unterklassen von C?

25. Übung Bitfummeln

Operatoren werden im Abschnitt 6.2 des Buches behandelt (aber die Operatoren zum Bitfummeln werden dort nur sehr kurz dargestellt (siehe Seite 145 bis 147).

1. Geben Sie für jede Ziffer des 16-er-Systems die entsprechende vierstellige Zahl im 2-er-System an:

16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er
0	0000	4		8		C	
1	0001	5		9		D	
2	0010	6		A		E	
3	0011	7		B		F	

2. Die folgende Tabelle enthält `int`-Literale im 16-er-System und im 10-er-System (und zwei Attributnamen). Geben Sie jeweils das fehlende Literal an:

16-er	10-er	16-er	10-er
0x01			11
0x0A			15
0xA0			16
0xAA			-16
0xFF			Integer.MIN_VALUE
0xFFFFFFFF			Integer.MAX_VALUE
0xFFFFFFFE			

Geben Sie die Werte der folgenden int-Ausdrücke im 16-er und im 10-er-System an:

int-Ausdruck	16-er	10-er	int-Ausdruck	16-er	10-er
1 << 1			-1 >>> 1		
1 << 2			-1 >>> 2		
1 << 3			-1 >>> 3		
1 << 4			-1 >>> 4		
1 << 5			-1 >>> 5		
1 << 6			-1 >>> 6		
1 << 7			-1 >>> 7		
1 << 8			-1 >>> 8		
-1 >> 1			-1 / 2		
-1 >> 2					
-1 >> 17					

26. Übung Einfach boolean

Im Buch wird (leider) nicht erläutert, wie man Namen von `boolean`-Variablen wählen sollte und wie man Bedingungen in `if`-Anweisungen und `boolean`-Ausdrücke in `return`-Anweisungen vereinfachen kann. Hier folgt wenigstens eine Übung über dieses Gebiet.

Variablen des Typs `boolean` und Funktionen mit dem Ergebnistyp `boolean` sollten immer Namen haben, aus denen eindeutig hervorgeht, was der Wert (bzw. das Ergebnis) `true` (bzw. `false`) bedeutet. Schlechte Namen: `test`, `pruefen`, `vergleich`. Gute Namen: `istDreiseit`, `hat4Ecken`, `passtRein`.

1. Schlagen Sie bessere Namen vor für die folgenden Variablen und Funktionen:

```
 1  boolean b1 = n > 0;
 2  boolean b2 = n <= 0;
 3  boolean b3 = n%2 == 0;
 4  boolean b4 = n%2 != 0;
 5
 6  boolean f1(char c) {
 7     return ('A' <= c && c <= 'Z') || ('a' <= c && c <= 'z');
 8  }
 9
10  boolean f2(int n) {
11     n = Math.abs(n);
12     if (n <= 1)   return false;
13     if (n == 2)   return true;
14     if (n%2 == 0) return false;
15
16     final int MAX = (int) Math.sqrt(n);
17     for (int i=3; i<=MAX; i+=2) {
18        if (n%i == 0) return false;
19     }
20     return true;
21  }
```

2. Vereinfachen Sie die Bedingungen der folgenden `if`-Anweisungen:

```
 1  if ((a<b)  == true)  ...
 2  if ((a<=b) == false) ...
 3  if ((a<b)  != true)  ...
 4  if ((a<=b) != false) ...
 5  if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) ...
```

3. Ersetzen Sie die folgenden `if`-Anweisungen durch einfachere Anweisungen, die das Gleiche leisten:

```
 6  if (a<b) {
 7     return true;
 8  } else {
 9     return false;
10  }
11
12  if (a<b) {
13     return false;
14  } else {
15     return true;
16  }
17
18  if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) {
19     return true;
20  } else {
21     return false;
22  }
```

27. Übung Histogramme

Ein Histogramm ist eine Liste von Häufigkeiten oder Anzahlen. Beispiel: Die Häufigkeiten von Sonnentagen in Berlin in den Monaten des Jahres 2005 (die Zahlen sind frei erfunden):

Monat	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Anz. Sonnentage	12	8	10	11	15	17	16	20	16	17	9	8

1. Schreiben Sie eine Methode, die der folgenden Spezifikation entspricht:

```
 1    static int[] histoBuchstaben(String s) {
 2       // Liefert eine Reihung der Laenge 26 in der steht, wie oft die
 3       // Buchstaben 'A' bis 'Z' in s vorkommen. Ist erg die Ergebnisreihung,
 4       // so gilt:
 5       // erg[ 0] enthaelt die Anzahl der 'A'
 6       // erg[ 1] enthaelt die Anzahl der 'B'
 7       // ...
 8       // erg[25] enthaelt die Anzahl der 'Z'
 9       //
10       // Beispiel:
11       // int[] er01 = histoBuchstaben("ABC123ABC456AAB");
12       // Die ersten drei Komponenten von er01 haben die Werte 4, 3, 2,
13       // die uebrigen Komponenten haben den Wert 0.
14       ...
15    } // histoBuchstaben
```

Tip: Wenn eine `char`-Variable `c` garantiert einen Buchstaben zwischen `'A'` und `'Z'` enthält, dann hat der Ausdruck `c - 'A'` einen Wert zwischen `0` und `25`.

1. Schreiben Sie eine Methode, die der folgenden Spezifikation entspricht:

```
 1    static int[] histo(String z, String s) {
 2       // Liefert eine Reihung der Laenge z.length() in der steht,
 3       // wie oft die Zeichen z.charAt(i) in s vorkommen.
 4       // Ist erg die Ergebnisreihung, so gilt:
 5       //
 6       // Wie oft das Zeichen z.charAt(0) in s vorkommt steht in erg[0]
 7       // Wie oft das Zeichen z.charAt(1) in s vorkommt steht in erg[1]
 8       // Wie oft das Zeichen z.charAt(2) in s vorkommt steht in erg[2]
 9       // ...
10       // Wie oft das Zeichen z.charAt(z.length-1) in s vorkommt
11       // steht in                erg[z.length-1]
12       //
13       // Beispiel:
14       // int[] er01 = histo("?A9", "ABC9??!!78999");
15       // Dann ist er01 gleich {2, 1, 4}.
16       ...
17    } // histo
```

Tip: Die Klasse `String` enthält eine Objektmethode mit dem Profil `int indexOf(char c)`.

28. Übung E01Punkt etc.

Diese Übung soll Sie dabei unterstützen, sich mit den drei Klassen `E01Punkt, E01Rechteck` und `E01Quadrat` genau vertraut zu machen. Die Vereinbarungen dieser Klassen finden Sie im Buch auf den Seiten 287, 288 und 290.

Die Klasse `E01Punkt` erbt von der Klasse `Object` ein paar Elemente. Diese Elemente sollen in dieser Übung *nicht* berücksichtigt und *nicht* mitgezählt werden.

1. Wie viele Elemente werden in der Klasse `E01Punkt` vereinbart und wie heißen diese Elemente?

2. Wie viele Elemente werden in der Klasse `E01Rechteck` vereinbart und wie heißen diese Elemente?

3. Wie viele Elemente werden in jedes `E01Rechteck`-Objekt eingebaut und wie heißen diese Elemente?

4. Wie viele Elemente werden in der Klasse `E01Quadrat` vereinbart und wie heißen diese Elemente?

5. Wie viele Elemente werden in jedes `E01Quadrat`-Object eingebaut und wie heißen diese Elemente?

Betrachten Sie die folgenden Vereinbarungen:

```
1 E01Punkt    p01 = new E01Punkt   ( 3.0, -4.0);
2 E01Rechteck r01 = new E01Rechteck(-3.0,  4.0, 2.0, 5.0);
3 E01Quadrat  q01 = new E01Quadrat (-4.0, -3.0, 2.0);
```

Wenn die folgenden Befehle in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden, was geben dann die `pln`-Befehle (zum Bildschirm) aus?

```
4                               // Ausgabe
5
6  pln("PA " + p01.text());     //
7
8  pln("PB " + p01.urAbstand()); //
9
10 pln("PC " + p01.toString()); //
11
12 p01.urSpiegeln();
13
14 pln("PD " + p01.toString()); //
15
16 pln("RA " + r01.text());     //
17
18 pln("RB " + r01.urAbstand()); //
19
20 pln("RC " + r01.toString()); //
21
22 r01.urSpiegeln();
23
24 pln("RD " + r01.toString()); //
25
26 pln("QA " + q01.text());     //
27
28 pln("QB " + q01.urAbstand()); //
29
30 pln("QC " + q01.toString()); //
31
32 q01.urSpiegeln();
33
34 pln("QD " + q01.toString()); //
```

29. Übung Ausdrücke zerlegen

Ausdrücke bestehen aus Ausdrücken, Operatoren und runden Klammern. Geben Sie von den Ausdrücken in der ersten Spalte der folgenden Tabelle an, aus welchen Teilen (Ausdrücken, Operatoren) sie bestehen.

Ausdruck	Teil 1	Teil 2	Teil 3
`otto + emil`			
`anna + bert + carl + dora`			
`anna + bert * carl`			
`anna * bert + carl`			
`-otto`			
`fanny || gerd && heinz`			
`fanny && gerd || heinz`			
`!heinz`			